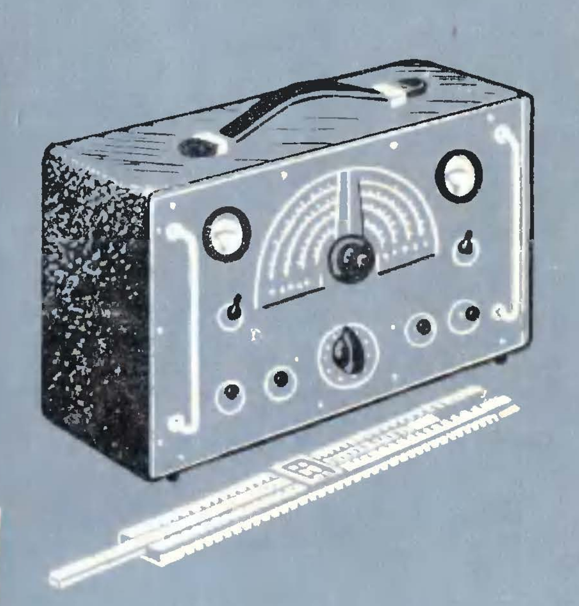
М. М. Румянцев

ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 470

М. М. РУМЯНЦЕВ

ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1963 ЛЕНИНГРАД

Подробно описывается конструкция любительского сигнал-генератора, собранного на трех лампах и шести полупроводниковых диодах, работающего в диапазоне частот 100—20 000 кгц. Брошюра рассчитана на радиолюбителей, имеющих некоторый опыт конструирования различной радиоаппаратуры.

СОДЕРЖАНИЕ

Р 86 *Румянцев Михаил Михайлович.* Любительский сигнал-генератор. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963.

24 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 470).

621.373.52

* * *

Редактор Л. И. Кузьминов Техн. редактор *Г. Е. Ларионов*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в пр-во 8/I 1963 г. Подписано к печати 12/III 1963 г.
Формат бумаги $84\times108^1/_{32}$ 1,23 п. л. 1,5 уч.-изд. л. Т-00203
Тираж 60 000 экз. Цена 06 коп. Зак. № 58

1-я тип. Профиздата. Москва, Крутицкий вал, 18

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБОРА

Описываемый измерительный сигнал-генератор предназначен для настройки, регулировки и снятия различных электрических характеристик высокочастотных каскадов радиовещательных приемников и другой радиоаппаратуры. Кроме того, его можно использовать при проверке и налаживании усилителей низкой частоты.

Прибор выполнен на трех лампах (две 6Н8С и одна 6П9) и шести полупроводниковых диодах (четыре Д2Е и два Д7Ж). Он состоит из трех основных частей: высокочастотного генератора с буферным каскадом, измерителем и делителем выходного напряжения; низкочастотного генератора — модулятора с измерителем глубины модуляции и блока питания.

Диапазон частот высокочастотного генератора (100—20 000 *кгц*) разбит на семь поддиапазонов: 100—175, 170—270, 265—465, 460—800, 795—2 500, 2 450—8 750 и 8 700—20 000 *кгц*. Напряжение высокой частоты на выходе прибора не более 1 *в*. Минимальное напряжение — около 5 *мкв*. Напряжение регулируется с помощью плавного и «ступенчатого» делителей и контролируется измерителем выходного напряжения.

Высокочастотный сигнал может быть промодулирован частотой генератора-модулятора, равной 400 *гц*. Глубину модуляции с помощью плавного делителя можно изменять от нуля до 100%. Ориентировочно глубина модуляции контролируется специальным измерителем.

Изменяющееся от нуля до 18 *в* напряжение звуковой частоты подводится к специальному гнезду НЧ и может быть использовано при налаживании усилителей низкой частоты.

Прибор питается от выпрямителя, включаемого в сеть переменного тока частотой 50 *гц* и напряжением 127 или 220 *в*. Мощность, потребляемая от сети, не превышает 25 *ва*.

Габариты прибора 320×180×170 *мм*. Вес — около 3 *кг*.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 1. Генератор высокой частоты выполнен по схеме двухкаскадного усилителя с положительной обратной связью. Генератор такого типа обладает достаточно высокой стабильностью работы и незначительным изменением высокочастотного напряжения. Выполнен он на лампе $Л_2$. Правая ее половина служит катодным повторителем, а левая — уси-

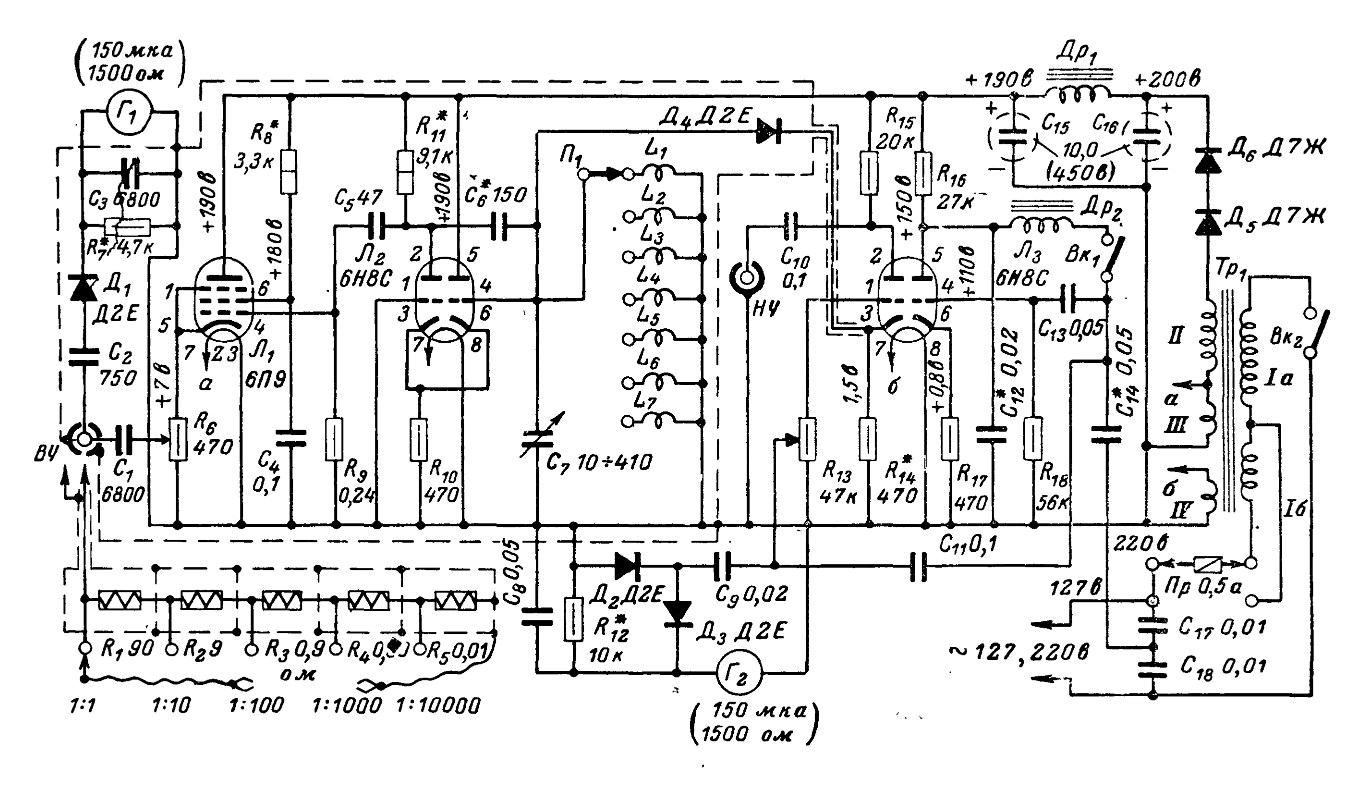


Рис. 1. Принципиальная схема сигнал-генератора.

лителем с заземленной сеткой. Положительная обратная связь, необходимая для самовозбуждения генератора, осуществляется посредством конденсатора C_6, включенного между выходом усилителя и входом катодного повторителя, к которому подключается колебательный контур, состоящий из конденсатора переменной емкости C_7 и какой-либо из катушек L_1 — L_7, коммутируемых переключателем $П_1$. Для получения устойчивой работы генератора число поддиапазонов выбрано довольно большим и равно семи, что благоприятно сказывается и на налаживании прибора.

С нагрузки усилителя (сопротивления R_{11}) колебания высокой частоты через разделительный конденсатор C_5 поступают на вход второго катодного повторителя, работающего на лампе $Л_1$. Этот повторитель служит буферным каскадом, устраняющим влияние нагрузки (подключаемой к выходу сигнал-генератора) на устойчивость работы генератора. Кроме того, он позволяет согласовать высокоомный выход генератора с низкоомным сопротивлением делителя напряжения высокой частоты. Нагрузка катодного повторителя (сопротивление R_6) служит одновременно плавным делителем выходного напряжения. Через разделительный конденсатор C_1 это напряжение подводится к гнезду ВЧ и одновременно к диоду $Д_1$, служащему детектором в измерителе выхода. Величина выходного напряжения контролируется гальванометром $Г_1$.

С помощью высокочастотного разъема к гнезду ВЧ можно подключить ступенчатый делитель напряжения, состоящий из калиброванных сопротивлений R_1 — R_5. Благодаря этому делителю выходное напряжение высокой частоты можно разделить в отношениях: 1 : 1, 1 : 10, 1 : 100, 1 : 1 000 и 1 : 10 000. С гнезд делителя сигнал подводится к испытываемому радиоаппарату.

Нередко при проведении различных работ требуется получить промодулированный высокочастотный сигнал. Для этой цели в сигнал-генераторе предусмотрен модулятор, состоящий из генератора низкой частоты и усилителя. Генератор выполнен по схеме LC на правой половине лампы $Л_3$. Колебательный контур, определяющий частоту колебаний генератора, состоит из дросселя $Др_2$ и конденсаторов C_{12} и C_{14}. Включение и выключение модулятора производятся выключателем $Вк_1$, разрывающим цепь положительной обратной связи, что срывает колебания генератора.

Через разделительный конденсатор C_{11} сигнал поступает на измеритель глубины модуляции, выполненный на диодах $Д_2$, $Д_3$ и гальванометре $Г_2$. Кроме того, этот же сигнал через регулятор глубины модуляции, одновременно служащий регулятором выходного напряжения низкой частоты, подводится ко входу усилительного каскада, выполненного на левой половине лампы $Л_3$. После усиления напряжение низкой частоты через разделительный конденсатор C_{10} подается на гнездо *НЧ*.

Для улучшения формы генерируемых и усиливаемых колебаний генератор и усилитель охвачены отрицательной обратной связью, возникающей в результате отсутствия блокировки конденсаторами катодных сопротивлений R_{14} и R_{17}. Связь модулятора с высокочастотным генератором осуществляется посредством разделительного диода $Д_4$, соединенного с сеткой лампы генератора высокой частоты и катодом лампы усилителя низкой частоты.

Постоянное напряжение, снимаемое с катодного сопротивления R_{14}, запирает диод и тем самым устраняет его шунтирующее дей-

ствие на высокочастотный контур. Если же запирающее напряжение будет изменяться в такт с низкочастотным сигналом, что и происходит при работе генератора низкой частоты, то будет изменяться и проводимость диода, а следовательно, и его шунтирующее действие на контур. Это вызовет изменение амплитудного значения напряжения на контуре — высокочастотный сигнал будет промодулирован по амплитуде. Это свойство диода можно использовать для поддержания постоянства амплитуды высокочастотных колебаний. Для этого запирающее напряжение устанавливают равным 1,5 *в*, несколько меньшим, чем максимальное напряжение, возникающее в пределах поддиапазона на контуре. Если теперь напряжение высокочастотного сигнала превысит запирающее, то диод откроется, зашунтирует контур и напряжение на контуре примет первоначальную величину.

Аноды ламп питаются от однополупериодного выпрямителя, выполненного на трансформаторе $Тр_1$, полупроводниковых диодах $Д_5$, $Д_6$, сглаживающем дросселе $Др_1$ и конденсаторах C_{15}, C_{16}. Цепи накала питаются от низковольтных обмоток *III* и *IV*. Подключение трансформатора питания к сети производится через выключатель $Вк_2$ и предохранитель *Пр*. Конденсаторы C_{17} и C_{18} блокируют сеть от проникания в нее высокочастотного сигнала от сигнал-генератора.

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ

Сигнал-генератор выполнен в виде небольшого металлического ящика прямоугольной формы, снабженного ручкой для переноски. Все органы управления и контроля (выключатели, переключатель диапазонов, ручки настройки, регулировки несущей частоты и глубины модуляции, выходные гнезда и стрелочные приборы) расположены на лицевой панели. Кроме того, на ней установлены шкала и две предохранительные металлические ручки. Внешний вид сигнал-генератора показан на рис. 2.

Вид на шасси сверху показан на рис. 3. На шасси расположены трансформатор питания, дроссель, лампа генератора низкой частоты, детали измерителя глубины модуляции, дроссель и конденсаторы фильтра, а также запасная лампа генератора высокой частоты. В средней, экранированной, части шасси размещены конденсатор переменной емкости, верньер и лампы высокочастотной части прибора с мелкими деталями.

Все остальные детали расположены снизу шасси. Блок контурных катушек и детали измерителя высокочастотного выходного напряжения установлены в экране, а мелкие детали генератора низкой частоты и выпрямителя — на открытой части шасси. Вид на шасси снизу показан на рис. 4.

В сигнал-генераторе применены распространенные детали, марка и тип которых принципиального значения не имеют. При подборе деталей особое внимание нужно уделить конденсатору переменной емкости. Он должен обладать высокой механической прочностью и хорошей изоляцией статора от ротора. Такой изоляцией обычно бывает специальная высокочастотная керамика. Ламповые панельки для высокочастотных ламп и переключатель диапазонов желательно приобрести керамические, так как качество изоляции этих деталей

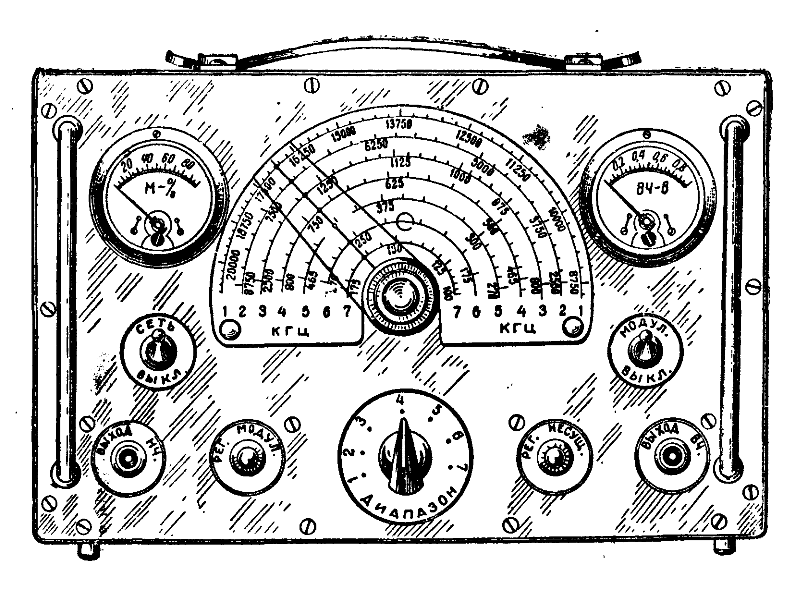


Рис. 2. Внешний вид сигнал-генератора.

сильно сказывается на стабильности частоты генератора, работающего при повышенном температурном режиме.

При выборе регулировочных потенциометров нужно следить за тем, чтобы изменение величины сопротивления происходило плавно, без «скачков». Это особенно относится к потенциометру регулировки высокочастотного напряжения. Стрелочные измерительные приборы могут быть любого типа, но небольших размеров. Если приобрести их не удастся, то можно обойтись и без них. Об этом будет сказано ниже, в разделе «Налаживание».

Лицевая панель, шасси и футляр. Для изготовления лицевой панели желательно применить листовой алюминий, дюралюминий или листовую сталь толщиной 2,5—3 *мм*. Перед тем как приступить к изготовлению панели, нужно решить, будут ли на ней находиться стрелочные приборы для измерения глубины модуляции и напряжения высокочастотного сигнала. Необходимо также иметь готовый верньер или его рабочие чертежи.

На чертеже лицевой панели, показанном на рис. 5, приведены размеры с учетом применения магнитоэлектрических стрелочных приборов диаметром 52 и высотой около 40 *мм*. Панель нужно выполнить аккуратно, без глубоких рисок, царапин и выбоин, не надеясь на то, что эти дефекты можно устранить потом, при покраске. При изготовлении заготовки не следует пользоваться зубилом. Разрезать материал нужно слесарной ножовкой.

Детали шасси и футляра изготавливают из более тонкого материала: 1—1,5 *мм* (сталь) или 1,5—2 *мм* (алюминий). Хрупкий дюралюминий для этой цели непригоден.

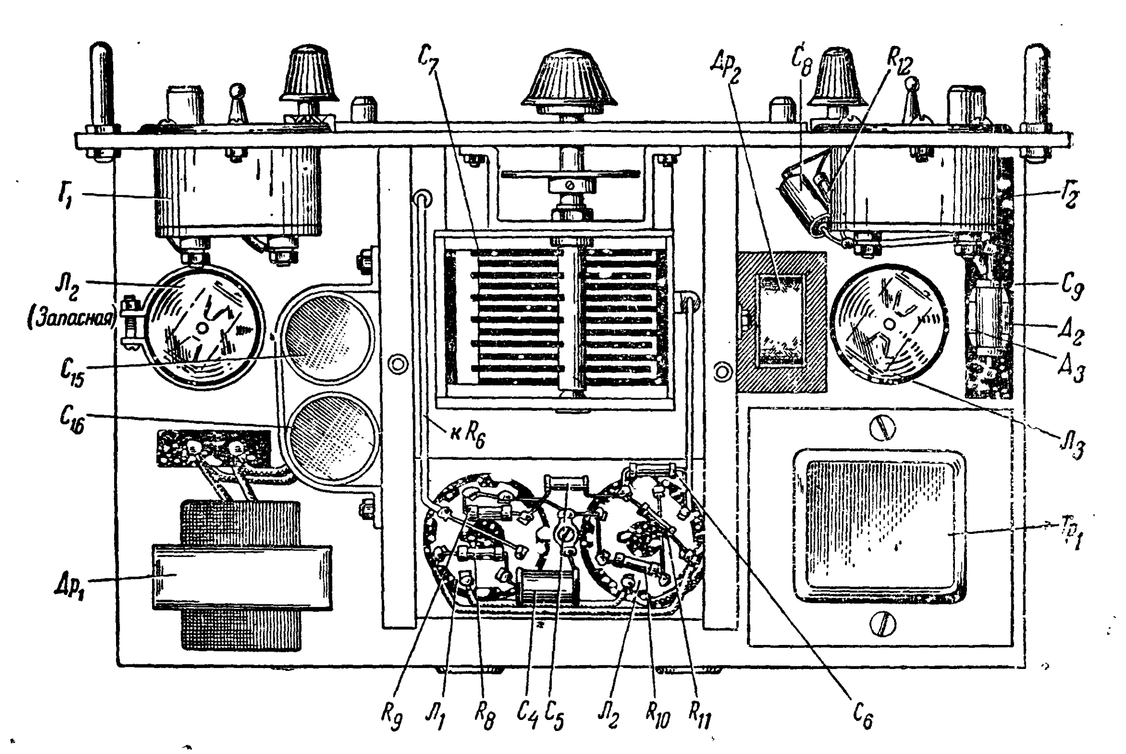


Рис. 3. Расположение деталей на шасси (вид сверху).

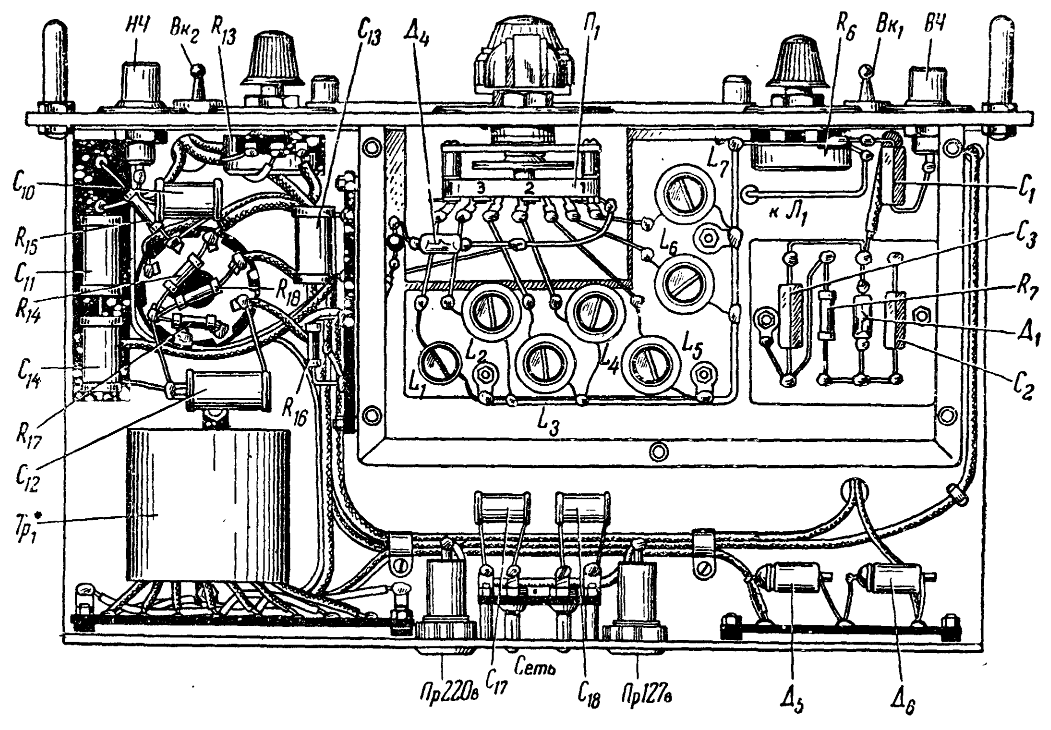


Рис. 4. Расположение деталей на шасси (вид снизу).

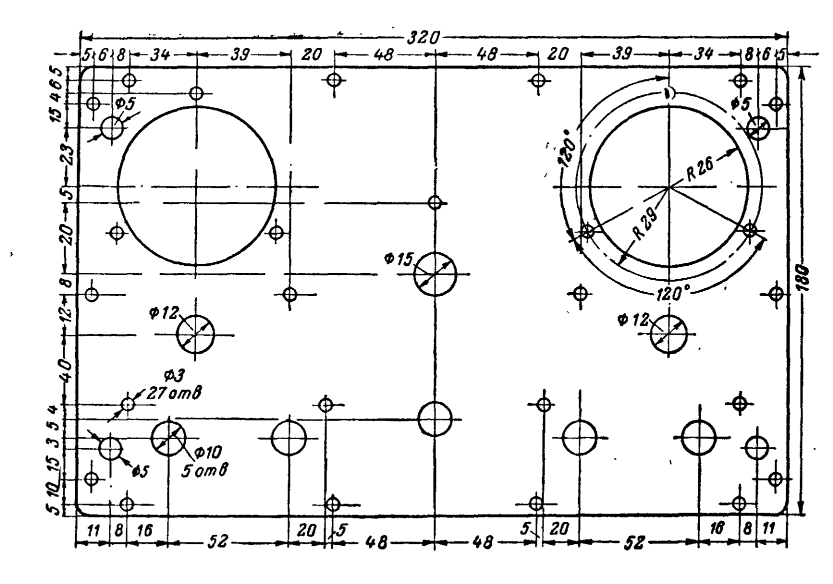


Рис. 5. Лицевая панель.

Основные размеры шасси приведены на рис. 6. Сначала удобнее согнуть бортики шасси, а потом выполнить все отверстия. При сгибании бортиков не следует ударять слесарным молотком непосредственно по материалу, так как после этого останутся выбоины, которые устранить почти невозможно. Ударять слесарным молотком нужно через текстолитовую или деревянную прокладку. После этого изготавливают нижний экран, показанный на том же рисунке. Так как этот экран практически не несет никаких механических нагрузок, то для удобства сгибания бортиков его выполняют из алюминия толщиной 1 *мм* или стали толщиной 0,5—0,8 *мм*. Из такого же материала изготавливают и крышку экрана, которую прикрепляют к экрану винтами. Шасси и нижний экран соединяют винтами с лицевой панелью, и приступают к изготовлению верхнего экрана; размеры и место установки его показаны на рис. 7.

Основные размеры и внешний вид футляра приведены на рис. 8. Стенки футляра скрепляют заклепками.

Изготовление футляра и лицевой панели заканчивают покраской. Для этого окрашиваемые поверхности нужно очистить от заусенцев и крупных рисок наждачной бумагой и обезжирить, тщательно протерев их тряпочкой, обильно смоченной в бензине. Окрашивать лучше всего масляной краской светло-серого цвета. Если нет готовой краски, то получают ее путем смешивания белой и черной. Последнюю понемногу добавляют в белила до получения желаемого цвета. Не следует окрашивать детали в черный цвет, так как сравнительно большие окрашенные в темный цвет предметы, особенно в домаш-

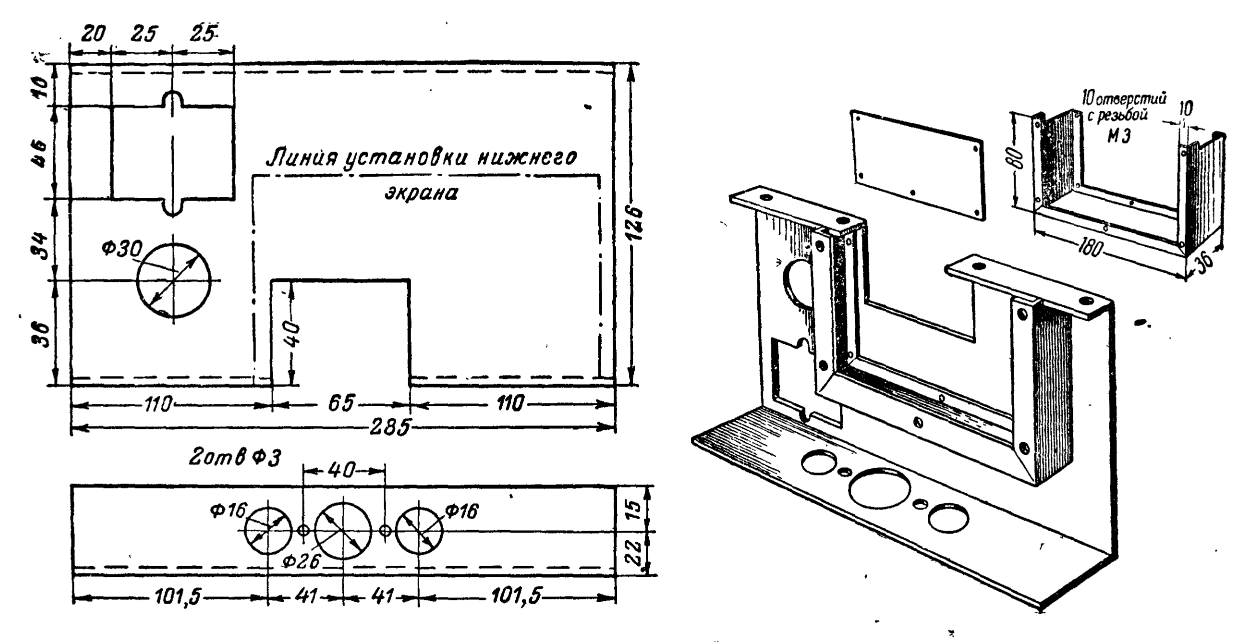


Рис. 6. Шасси и нижний экран.

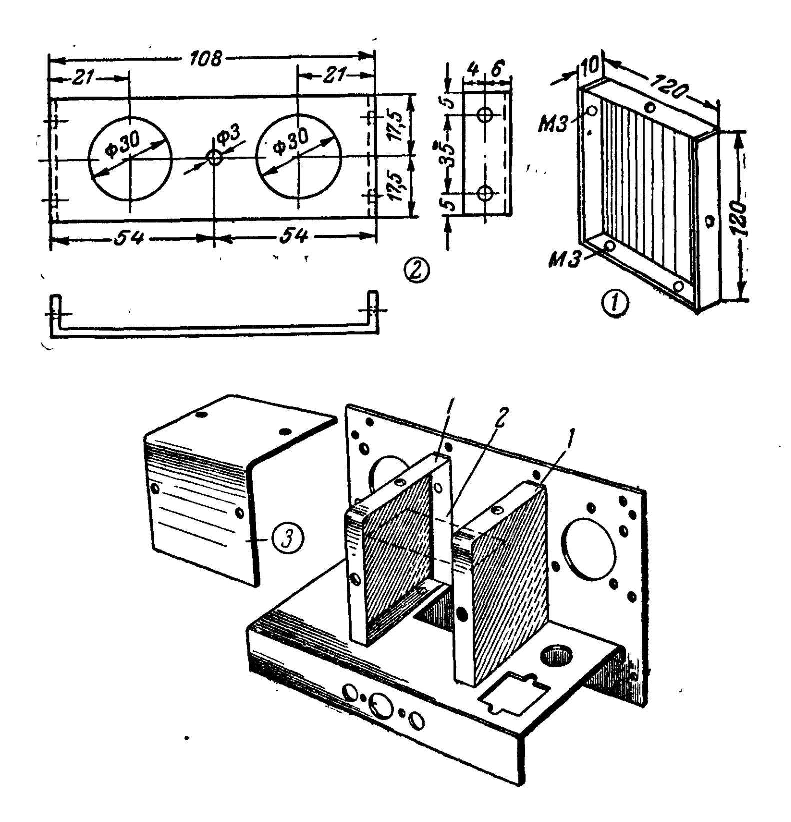


Рис. 7. Детали верхнего экрана и сборка шасси с лицевой панелью.
1 — боковые стенки экрана; 2 — планка для панелей ламп $Л_1$, $Л_2$;
3 — крышка экрана.

ней обстановке, угнетающе действуют на зрение, а светлые тона воспринимаются очень легко.

Нанесенную краску нужно хорошо просушить при комнатной температуре в течение нескольких суток. Для увеличения механической прочности покрытия после высыхания краски можно на окрашенную поверхность нанести слой бесцветного нитролака. Для предохранения лакокрасочного покрытия на нижней стенке футляра (донышке) нужно установить небольшие опорные «ножки». Для этой цели можно использовать либо заклепки, либо винты с полукруглой головкой.

За последние годы очень широкое распространение получили различные нитрокраски. Несмотря на это, рекомендовать их для покраски прибора нельзя, так как для того чтобы нитрокраски прочно держались на металле, последний нужно покрыть специальной грунтовкой, что в домашних условиях трудно выполнимо.

Рис. 8. Футляр и его детали.
1 — верхняя и нижняя стенки; *2* — боковые стенки; *3* — задняя стенка; *4* — ручка; *5* — скобки.

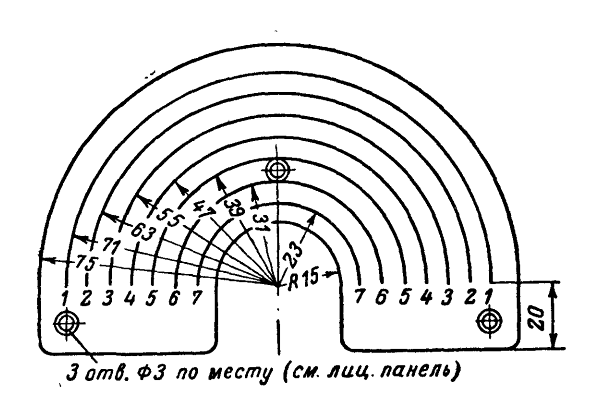


Рис. 9. Шкала сигнал-генератора.

Шкала и визир. Шкалу можно изготовить из плотной чертежной бумаги или фотобумаги, предварительно закрепленной в фиксаже, и закрыть предохранительным наличником из прозрачного

органического стекла, но удобнее сделать ее металлической. Для этого из алюминия или дюралюминия толщиной 2—3 *мм* по размерам, приведенным на рис. 9, вырезают заготовку. На ней разметочным штангенциркулем с заостренными губками наносят риски для семи полуокружностей и остальную разметку. Глубина рисок полуокружностей должна быть не менее 0,4—0,5 *мм*, иначе после зачистки материала наждачной бумагой они сотрутся и восстановить их будет трудно. После этого вырезают шкалу. Ввиду того что ма-

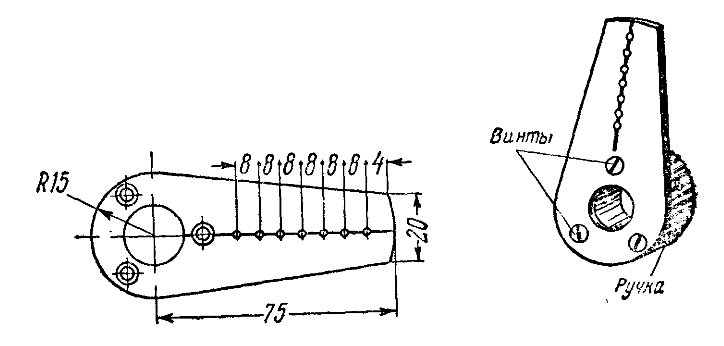


Рис. 10. Визир с ручкой.

териал сравнительно толстый, а тоньше брать его не рекомендуется, так как после градуировки необходимо выполнить гравировку или «набивку» делений и цифр, вырезывание шкалы ножницами затруднительно, и поэтому ее следует выпилить либо лобзиком, либо ножовочным полотном. Выпиленную шкалу зачищают напильником и наждачной бумагой. Гравировку или «набивку» цифр, указывающих соответствующий диапазон, можно выполнить после градуировки шкалы генератора. Отверстия для крепления шкалы к панели прибора выполняют по месту; после прикрепления винтами механическое воздействие на шкалу не должно вызывать ее перемещения, поэтому рассверловку и зенковку отверстий нужно сделать очень аккуратно.

Для отсчета нужной частоты по шкале прибора необходимо изготовить визир с ручкой (рис. 10), укрепляемые на оси конденсатора переменной емкости. Ручку диаметром 30—40 *мм* можно взять от какого-либо промышленного радиоприемника или изготовить самостоятельно из прочного изоляционного материала. Для крепления ручки на оси конденсатора в ней нужно сделать два отверстия диаметром 3 *мм* с резьбой под стопорные винты. Кроме этих отверстий, необходимо сделать еще три отверстия с резьбой для крепления визира к ручке. Визир изготавливают из прозрачного органического стекла толщиной 4—5 *мм*. С помощью иглы или шила проводят риску — «указатель». Для удобства градуировки шкалы по риске насверливают семь отверстий диаметром 1—1,5 *мм*.

Верньерное устройство. Для более точной установки визира на нужное деление шкалы следует применить верньер с замедлением в

3—5 раз. Наиболее удобен и прост в изготовлении верньер фрикционно-дискового типа. Изготовить его можно, используя имеющиеся под руками детали и материалы. Конструкция и детали такого верньера показаны на рис. 11.

Как видно из рисунка, на оси *1* конденсатора *2* с помощью втулки *3* закреплен диск *4*. Кромка диска помещается между шайбами *5* и *6*. Благодаря нажимному усилию пружины *8* шайба *6* прижимает диск к шайбе *5*, жестко связанной с осью верньера. При

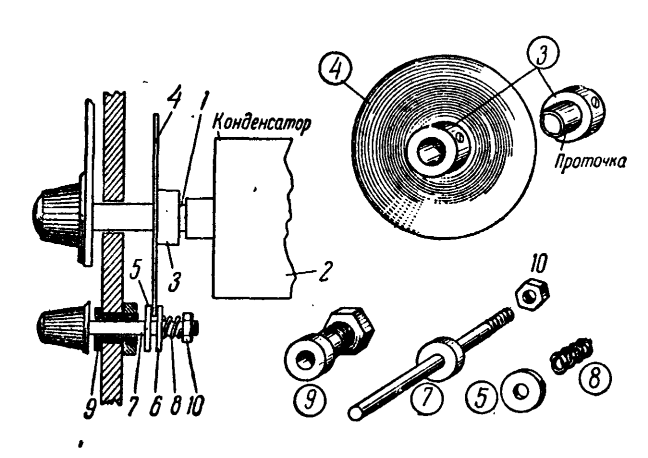


Рис. 11. Фрикционно-дисковый верньер.

вращении оси верньера шайбы увлекают за собой диск. Вследствие различия в диаметрах шайб и диска ось конденсатора вращается с замедлением, зависящим от соотношения диаметров диска и шайб.

Диск *4* вырезают из листовой бронзы, латуни или стали толщиной 0,3—0,5 *мм*. Сначала в центре заготовки просверливают небольшое (1,5—2,0 *мм*) отверстие и штангенциркулем размечают круг. Затем вырезают круг ножницами и опиливают его до нужного размера напильником. Втулку *3* изготавливают из отрезка трубочки подходящего диаметра. Проточку для развальцовки втулки на диске делают напильником. Втулку можно сделать и из двух трубок различных диаметров, спаяв их так, чтобы получился небольшой выступ. Для крепления втулки на оси конденсатора в ней нужно сделать одно-два отверстия под стопорные винты с резьбой диаметром 3 *мм*.

После этого в диске просверливают отверстие под проточку. Делают это в несколько заходов, постепенно увеличивая диаметр сверла. В противном случае сверло «уведет» и отверстие будет смещено от центра. Затем развальцовывают втулку и для большей прочности швов тщательно пропаивают. После пайки детали хорошо промывают в бензине или горячей воде для удаления остатков кислоты.

В качестве втулки *9* под ведущую ось *4* используют втулку с гайкой от переменного сопротивления. По диаметру отверстия втулки подбирают латунный или стальной пруток нужной длины, припаивают к нему шайбу *5* и нарезают резьбу под гайку *10*. Следует заметить, что диаметр отверстия в шайбе *6* должен быть несколько больше, чем у оси *7*.

Крепление верньера и конденсатора переменной емкости к панели прибора видно на рис. 3. По месту из листовой стали или алюминия толщиной 1,5—2 *мм* изготавливают кронштейн. Через центральное отверстие его крепят к втулке оси ротора конденсатора и, закрепив на оси диск верньера, всю сборку устанавливают на лицевой панели. Затем собирают фрикцион. Прикрепив всю систему, проверяют плавность ее хода. Если будут наблюдаться заедания, то, подкладывая под «лапки» кронштейна тонкие металлические прокладки, добиваются свободного равномерного движения и затем смазывают крепежные гайки каким-либо клеем для предохранения их от развинчивания. Крепление ручки с визиром также нужно выполнить «намертво». Концы стопорных винтов должны быть острыми, а втулка должна иметь соответствующие углубления.

Для уменьшения погрешности при работе с прибором вследствие параллакса (отклонение осевой линии, проходящей от глаза наблюдателя через риску визира, от перпендикулярного положения по отношению к плоскости шкалы) ручку с визиром следует установить так, чтобы расстояние между визиром и шкалой было возможно меньшим. При этом не следует забывать, что касание шкалы визиром вызовет появление на органическом стекле рисок, затрудняющих работу.

Контурные катушки. Изготовлению контурных катушек нужно уделить большое внимание, так как от их электрических показателей (в основном добротности) зависит работа сигнал-генератора в целом. Очень большое влияние на добротность оказывает материал каркасов Лучше всего для этой цели использовать доступные, легко обрабатываемые материалы: полистирол или органическое стекло.

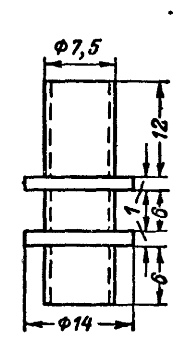


Рис. 12. Каркас контурной катушки.

Размеры каркасов приведены на рис. 12. Изготовить каркасы можно из листового материала (например, оргстекла) толщиной 1,0—1,5 *мм*.. Для этого вырезают заготовку нужных размеров и, разогрев ее до полного размягчения (над огнем газовой горелки или в кипятке), быстро, не давая материалу остыть, обжимают его вокруг металлического или текстолитового стержня диаметром 5 *мм*. После некоторого остывания материала изготавливаемый каркас нужно прокатать между ровными металлическими слегка нагретыми предметами. После полного остывания материала каркас снимают с оправки и зачищают неровности напильником. Так как намотка катушек выполняется внавал, для каркасов нужно изготовить бортики из того же материала. Бортики к шести каркасам приклеивают дихлорэтаном, уксусной кислотой или клеем БФ-2 до намотки катушек, а к седьмому каркасу (для L_1) —

лишь после выполнения намотки К готовым каркасам желательно подобрать подстроечные сердечники из магнитодиэлектрика (феррита, оксифера или карбонильного железа).

Подстроечные сердечники из магнитодиэлектрика можно заменить подстроечными конденсаторами с максимальной емкостью 25—50 *пф*, подключив их параллельно катушкам L_1 — L_7. За неимением готовых конденсаторов изготавливают самодельные. Для этого на кусок голого медного провода диаметром 1,5—2,0 *мм* и длиной 25—30 *мм* наматывают один слой провода ПЭЛ или ПЭВ диаметром 0,12—0,2 *мм*. У такого конденсатора внутренний провод служит статором, а внешний — ротором. Емкость такого конденсатора изменяют путем подбора числа витков обмотки. Если имеется возможность, то лучше приобрести готовые каркасы, например от телевизора «Рубин» или др.

Вместо каркасов указанного диаметра можно применить и другие. При этом следует соответственно изменить число витков катушек. Если диаметр катушек будет больше, то число витков катушки следует уменьшить. Ориентировочно число витков катушки для каркаса большего диаметра можно пересчитать следующим образом. Сначала находят отношение диаметров имеющегося каркаса и рекомендуемого. Затем число витков катушки, указанное в табл. 1, делят на получившийся результат.

Таблица 1

Моточные данные высокочастотных катушек

Обозначение на схеме	Провод ПЭЛ или ПЭВ, *мм*	Число витков	Тип намотки
L_1	0,74—0,51	14	Рядовая
L_2	0,25—0,35	45	Внавал
L_3	0,25—0,35	85	То же
L_4	0,12—0,20	170	» »
L_5	0,08—0,10	360	» »
L_6	0,08—0,10	530	» »
L_7	0,08—0,10	800	» »

Намотку катушек выполняют на намоточном станке или вручную. Число витков катушек при намотке типа «Универсаль», следует уменьшить на 10—15% от указанного в таблице. Для того чтобы провод катушки не распускался, верхние витки обмотки нужно приклеить друг к другу каким-либо клеем. Однако злоупотреблять клеем не следует, так как он снижает добротность катушки.

Готовые катушки устанавливают на Г-образной плате из органического стекла, показанной на рис. 13. Каркасы катушек вставляют в соответствующие отверстия и приклеивают. После этого плату устанавливают внизу шасси на расстоянии 4—5 *мм* от него.

Трансформатор питания и дроссель фильтра можно применить промышленного изготовления, рассчитанные для

работы в маломощных однополупериодных выпрямителях приемников «АРЗ 54», «Рекорд 53» и т. п. Дроссель для звукового генератора можно использовать любого типа, желательно небольшого размера, индуктивностью 3—5 *гн* от какого-либо измерительного прибора.

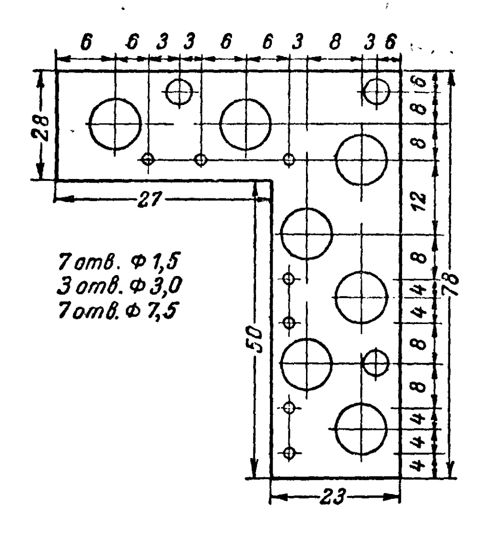


Рис. 13. Плата для крепления катушек.

Указанные промышленные детали нетрудно изготовить и самостоятельно. Для трансформатора питания используют Ш-образный сердечник сечением 7 *см*² с площадью окна не менее 4 *см*². Такой сердечник можно набрать из пластин Ш-20 или Ш-24. Обмотки трансформатора выполняют по данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение обмотки на схеме	Число витков	Провод ПЭВ или ПЭЛ, *мм*
Iа	695	0,25—0,29
Iб	520	0,19—0,22
II	1 330	0,12—0,15
III	40	0,7 —0,8
IV	40	0,41—0,51

Дроссель фильтра выполняют на сердечнике Ш-12 или Ш-16 сечением 1,5—2,0 *см²*, а дроссель звукового генератора — на сердечнике сечением 0,5—1,0 *см²*.

Для дросселей нужно изготовить из картона или плотной бумаги каркасы со щечками.

На каркас дросселя фильтра наматывают внавал провод ПЭЛ 0,11—0,12 до заполнения. На каркас дросселя для звукового генератора наматывают также внавал 3 000—3 500 витков провода ПЭЛ 0,08—0,1.

Высокочастотный соединительный кабель с делителем. У любого измерительного сигнал-генератора должен быть высокочастотный соединительный кабель, позволяющий быстро соединить генератор с проверяемым или настраиваемым устройством. Такой соединитель представляет собой отрезок коаксиального кабеля (РК-1, РК-3 или РК-4), имеющий на одном конце штеккерный наконечник, а на другом — ступенчатый делитель высокочастотного напряжения.

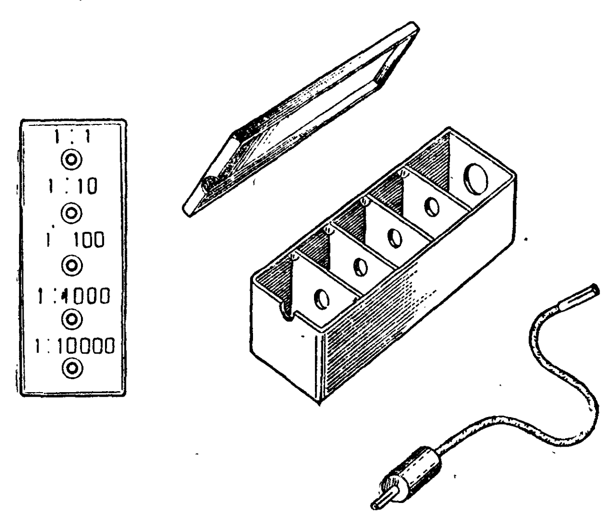


Рис. 14. Конструкция делителя.

В качестве высокочастотного соединительного разъема для кабеля можно использовать штеккерный наконечник с ответной частью, применяемый в телевизорах и обычно имеющийся в продаже. Конструкция и детали делителя выходного напряжения показаны на рис. 14. В качестве материала для футляра используют жесть, медь или латунь толщиной 0,3—0,5 *мм*. Футляр представляет собой прямоугольную коробочку с четырьмя перегородками и съемной крышкой. Его размеры 70×22×22 *мм*. Перегородки с небольшими отверстиями для соединения сопротивлений делителя между собой необходимы для экранировки сопротивлений друг от друга. Все швы футляра и перегородок следует хорошо пропаять. Для перехода с

одного предела деления высокочастотного сигнала на другой нужно изготовить пять изолированных от футляра гнезд, для которых можно использовать проходные стеклянные изоляторы с металлической трубкой от негодных полупроводниковых диодов ДГ-Ц24, ДГ-Ц25 и др. или бумаго-масляных конденсаторов большой емкости. Изоляторы можно выполнить из оргстекла. В отверстия изоляторов вкладывают трубочки, изготовленные из листовой меди, латуни или жести толщиной 0,2—0,3 *мм*. Трубочки в изоляторах крепят путем развальцовки. На лицевой стенке футляра делают надписи, указывающие гнездо с соответствующим пределом деления. Их можно написать жидкой краской с помощью обычного пера.

Для подключения испытываемого радиоаппарата к делителю необходимо сделать маленький штеккер и соединить его с куском гибкого монтажного провода длиной 120—150 *мм*, к другому концу которого припаивают зажим любого типа. На приведенном рисунке зажимом служит маленькая трубочка с разрезами, выполненная из листовой латуни толщиной 0,15—0,2 *мм*. С помощью такого зажима можно закрепить, не прибегая к пайке, обычно применяющийся при работе с сигнал-генератором, разделительный конденсатор.

После этого приступают к изготовлению проволочных сопротивлений делителя. Сначала из слюды нужно сделать два каркаса размерами 15×6 *мм* для сравнительно высокоомных сопротивлений R_1 и R_2. Для этой цели можно использовать пластинчатую слюду, применяемую в керосинках, керогазах и паяльниках. Выводы делают голым одножильным проводом диаметром 0,4—0,6 *мм*. В качестве материала для сопротивлений следует использовать провод из манганина, константана, нихрома и др. диаметром 0,08—0,1 (для R_1 и R_2) и 0,4—0,6 *мм* (для R_3—R_5). Такой провод можно взять от ненужных неостеклованных проволочных сопротивлений или от старых нагревательных электроприборов (плитки, паяльника).

С помощью обычного омметра ориентировочно, с запасом в бо́льшую сторону, определяют сопротивление подходящего куска провода. Один конец провода хорошо зачищают стеклянной бумагой и основательно припаивают к выводу на каркасе, затем с помощью моста Уитстона подгоняют сопротивление проволоки до требуемой величины. После этого конец провода, который непосредственно находился под зажимом моста, также тщательно зачищают, временно припаивают ко второму выводу на каркасе, снова проверяют величину сопротивления, и если она находится в нужных пределах, то пайку делают окончательной. Следует учитывать, что при пайке провод нагревается и его сопротивление резко увеличивается. Поэтому после каждой пайки перед измерением нужно подождать несколько минут, для того чтобы провод остыл. Подобрав и припаяв к выводам нужные куски провода для сопротивлений R_1 и R_2, берут их за середину и наматывают на каркас так, как показано на рис. 15. При этом получится бифилярная намотка, что очень важно, так как индуктивность сопротивлений должна быть ничтожно ма-

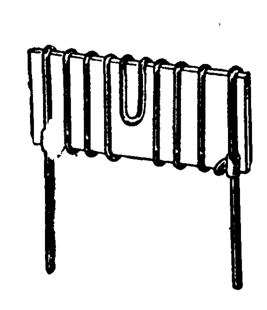


Рис. 15. Конструкция проволочного сопротивления.

Цепи питания высокочастотных ламп выполняют экранированным проводом. В местах ввода в экранированный отсек оплетку нужно сдвинуть, для того чтобы закрыть отверстие в экране, и пропаять. Провода, проложенные в отсеке, необходимо в ряде мест закрепить на шасси проволочными скобочками.

Если экранированного провода нет, то его можно сделать самостоятельно. Для этого из тонкого листового металла толщиной 0,05—0,1 *мм* вырезают полоску шириной 2—3 *мм* и обматывают ею обычный монтажный провод с хлорвиниловой или хлопчатобумажной изоляцией. Экранированные проводники обладают некоторой собственной индуктивностью и сравнительно большой (для высоких частот) емкостью, поэтому в данном случае они выполняют роль высокочастотных развязок, уменьшая «просачивание» сигнала через цепи питания.

Монтажные соединения деталей низкочастотной части сигнал-генератора выполняют обычным жестким монтажным проводом. Мелкие детали закрепляют непосредственно на лепестках ламповых панелек. Часть деталей размещают на небольших монтажных колодочках.

НАЛАЖИВАНИЕ

Проверка монтажа и работы прибора. Перед тем как включить сигнал-генератор в сеть, нужно проверить его монтаж. С помощью омметра по карте сопротивлений, приведенной на рис. 16, проверяют основные цепи прибора, и если при этом окажется, что сопротивления проверяемых цепей отличаются от указанных более чем на ±10%, то следует более тщательно проверить монтаж по принципиальной схеме прибора.

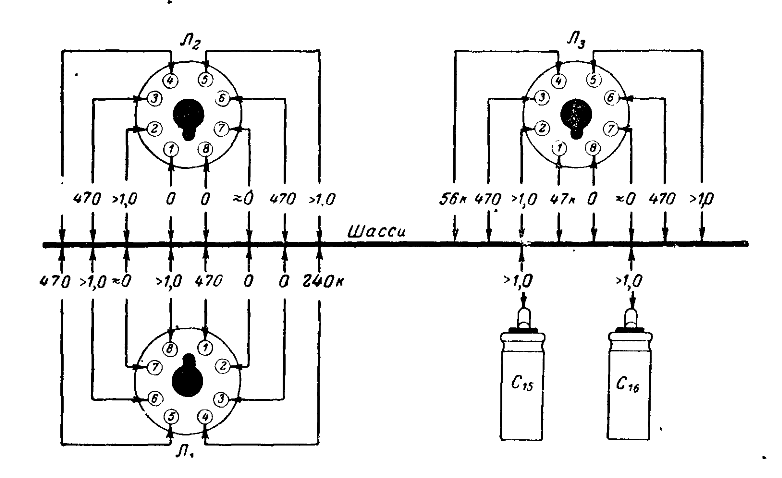


Рис. 16. Карта сопротивлений схемы сигнал-генератора.

После этого сигнал-генератор включают в сеть и проверяют напряжения на электродах ламп. Если величины сопротивлений проверяемых цепей находятся в пределах ±10%, то нужный режим работы ламп не будет отличаться от приведенного на принципиальной схеме. Значительное отклонение величин напряжений от указанных будет свидетельствовать о плохом качестве какой-либо лампы.

Убедившись в правильности режимов ламп, проверяют работу (наличие самовозбуждения) генератора низкой частоты. Если он работает нормально, то стрелка прибора $Г_2$ измерителя глубины модуляции должна отклоняться, а при подключении к выходному гнезду НЧ головного телефона или трансляционного громкоговорителя должен прослушиваться низкий ровный тон частотой 400 *гц*. Перемещения движка регулировочного сопротивления R_{13} должны вызывать изменения показаний прибора $Г_2$ и громкости тона в громкоговорителе или наушниках.

Если наушники заменить вольтметром для измерения напряжения переменного тока звуковой частоты (можно использовать авометры Ц-20, «Школьный», ТТ-1, Ц-315 и др.), то при перемещении движка сопротивления R_{13} от нуля до максимального значения стрелка прибора должна отклоняться от 0 до 18 *в*.

После этого переходят к проверке высокочастотной части сигнал-генератора. Если генератор высокой частоты работает нормально, то стрелка прибора $Г_1$ будет отклоняться. Устойчивость работы генератора нужно проверить на всех семи поддиапазонах. При этом не следует ограничиваться проверкой только в какой-либо одной точке поддиапазона. Если наблюдается срыв колебаний генератора или очень резкое изменение выходного напряжения, то причину следует искать в низком качестве лампы $Л_2$, малой добротности высокочастотных катушек, ненадежной работе (плохой контакт между осью ротора и шасси прибора или замыкание пластин) конденсатора переменной емкости или в неправильном выборе величины емкости конденсатора C_6 цепи положительной обратной связи. Добившись устойчивой работы генератора подключают к гнезду ВЧ кабель с делителем напряжения, а движок переменного сопротивления R_6 ставят в положение, при котором величина выходного сигнала максимальна. Затем, подбирая сопротивление R_8 в цепи экранирующей сетки лампы $Л_1$, с помощью катодного вольтметра, подключенного к гнезду 1 : 1 делителя, устанавливают выходное напряжение, равное 1,0—1,5 *в*. Эту регулировку желательно выполнять на наиболее высокочастотном поддиапазоне, так как выходное напряжение на нем несколько ниже, чем на остальных поддиапазонах. При невозможности получения на выходе такого напряжения можно увеличить запирающее напряжение на диоде $Д_4$, увеличив сопротивление R_{14}. На этом проверку работы и налаживание сигнал-генератора заканчивают.

Укладка частот поддиапазонов и градуировка шкал. Укладку частот поддиапазонов в нужные границы, указанные в разделе «Краткая техническая характеристика прибора», выполняют с помощью трехдиапазонного широковещательного приемника или резонансного частотомера.

Модулированный сигнал на вход контрольного приемника или частотомера подают с делителя напряжения через разделительный конденсатор емкостью 100—200 *пф*. Контроль производят по стре-

лочному индикатору частотомера, оптическому индикатору приемника или громкоговорителю. Подстраивать начальные частоты поддиапазонов следует с помощью подстроечных сердечников катушек (можно заменить подстроечными конденсаторами) и в случае необходимости некоторым изменением числа витков. Если при этом изменится величина выходного напряжения, то описанную ранее регулировку сопротивления R_8 или R_{14} следует повторить. При укладке частот поддиапазонов следует добиться, чтобы начало каждого последующего поддиапазона несколько перекрывало конец предыдущего. За первый поддиапазон следует принимать наиболее низкочастотный.

Закончив укладку частот поддиапазонов, закрывают экранированные отсеки, прибор помещают в футляр и приступают к градуировке шкалы. Шкалу сигнал-генератора можно отградуировать также с помощью приемника или резонансного частотомера. Однако значительно лучше это можно сделать с помощью кварцевого калибратора по гармоникам основных частот. Работа с кварцевыми калибраторами неоднократно описывалась в различной радиотехнической литературе и ничего сложного не представляет. Чтобы избежать ошибок, нужно периодически сличать по нескольку точек каждого поддиапазона со шкалой приемника.

Градуировку шкалы стрелочного прибора измерителя выходного высокочастотного напряжения выполняют через каждые 0,05 *в*, а градуировку шкалы прибора измерителя глубины модуляции — через каждые 5%. В первом случае пользуются катодным вольтметром, во втором — электронным осциллографом любого типа. Если в сигнал-генераторе не будут применены стрелочные индикаторы, то указанную градуировку следует выполнить для регулировочных потенциометров R_6 и R_{13}. После выполнения градуировки шкалу сигнал-генератора снимают и окончательно на нее наносят соответствующие деления и надписи. Цифры на шкале гравируют или набивают мелким слесарным цифровым набором. Надписи и деления на шкалах стрелочных приборов наносят тушью. После установки шкал на место налаживание прибора можно считать законченным.

Для получения высокой надежности в работе генератор выполнен на обычных радиолампах. При желании их можно заменить лампами пальчиковой серии. Лампу 6Н8С заменяют лампой 6Н1П, а 6П9—6П14П или 6П15П. Рабочие режимы схемы практически не изменяются.

При необходимости изменить диапазон частот генератора в сторону более высокочастотной области нужно лампу 6Н8С заменить лампой 6Н7С или 6Н15П.